

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ДВОФАЗНИМ ВПРИСКУВАННЯМ ХОЛОДОАГЕНТУ В КОМПРЕСОР В УМОВАХ ПОМІРНОГО КЛІМАТУ

О. О. Примас

студентка 4 курсу, група ТГВ-41, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Науковий керівник – к.т.н., доцент С. Б. Проценко

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У статті вивчається проблема застосування теплового насоса в умовах помірного клімату. Розглянута технологія двофазного вприскування холодоагенту в компресор. Проведене порівняння економічної ефективності традиційних систем опалення та теплового насоса показало, що використання останнього виправдане при незначному зниженні температури зовнішнього повітря.

Ключові слова: тепловий насос, інжекція, спіральний компресор, коефіцієнт перетворення теплової енергії, ZUBADAN.

В статье изучается проблема применения теплового насоса в условиях умеренного климата. Рассмотрена технология двухфазного впрыска хладагента в компрессор. Проведенное сравнение экономической эффективности традиционных систем отопления и теплового насоса показало, что использование последнего оправдано при незначительном снижении температуры наружного воздуха.

Ключевые слова: тепловой насос, инъекция, спиральный компрессор, коэффициент преобразования тепловой энергии, ZUBADAN.

This article examines a problem of usage the heat pump in a temperate climate. Tecnology of two-phase refrigerant injection into the compressor is considered. The comparison of economic efficiency of traditional heat systems and heat pump have been made, showed, that usage of the last one is expedient with a slight decrease of the outside temperature.

Keywords: heat pump, injection, spiral compressor, coefficient of performance, ZUBADAN.

В умовах постійного подорожчання, а також вичерпності енергоресурсів дедалі більшого поширення набувають альтернативні джерела енергії, одним з яких є теплові насоси. Теплові насоси використовують безкоштовні, відновлювальні джерела енергії: низькопотенціальне тепло повітря, ґрунту, підземних, стічних і скидних вод технологічних процесів, відкритих водойм. Отримане таким чином низькопотенціальне тепло можна застосовувати в панельно-променевих системах опалення, а також для гарячого водопостачання.

Проте відомо, що продуктивність теплового насоса, який використовує тепло зовнішнього повітря, значно зменшується при зниженні температури повітря на вулиці. Дослідами встановлено, що при температурі зовнішнього повітря -20°C продуктивність теплового насоса зменшується на 40% від його номінального значення.

Саме тому, використання лише такого виду альтернативної енергії в Україні, де розрахункова температура зовнішнього повітря для систем опалення подекуди становить -25°C, не розглядається.

Для вирішення цієї проблеми були розроблені теплові насоси з двофазним вприскуванням холодоагенту в компресор (рис.1), що забезпечує стабільну теплопродуктивність при зниженні температури зовнішнього повітря.

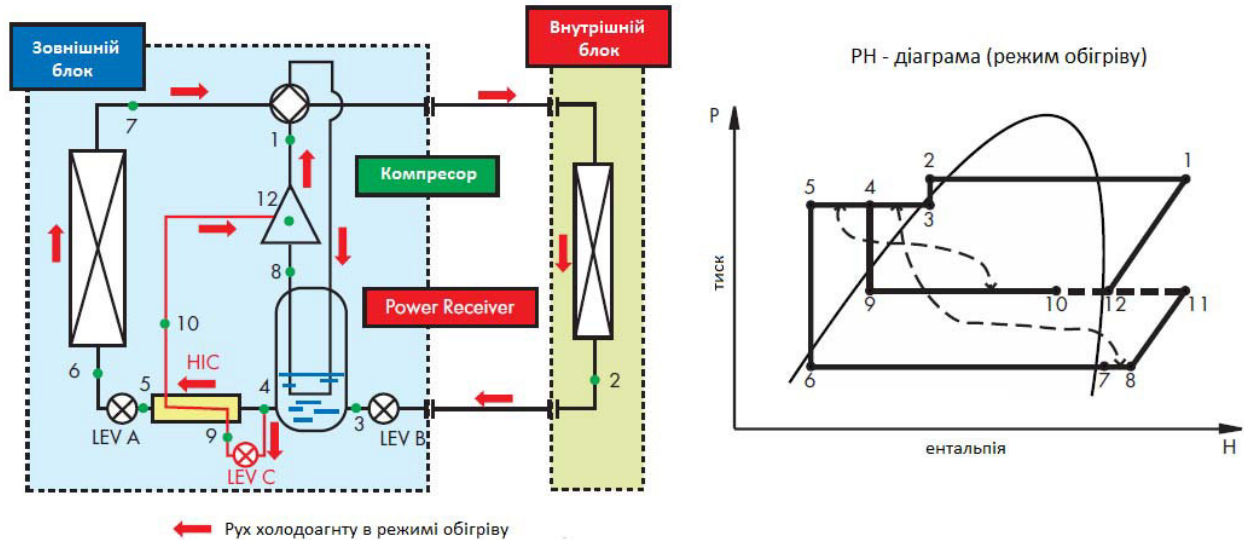


Рис. 1. Гідравлічна схема і холодильний цикл теплових насосів з двофазним вприскуванням холодоагенту в компресор

Продуктивність зовнішнього теплообмінника (випарника) знижується при зменшенні температури зовнішнього повітря. У випарнику утворюється мало пари, яка після стиску в компресорі надходить в теплообмінник внутрішнього блока – конденсатор. Недостатня кількість пари пояснює малу кількість теплоти, що виділяється в процесі конденсації, а отже, знижує теплопродуктивність системи. Для вирішення цієї проблеми необхідно подати на вхід компресора додаткову кількість пари. Це головна задача ланцюга інжекції. Фактично компресор має два входи: лінію всмоктування низького тиску та лінію інжекції проміжного тиску. Якщо на вулиці не значне зниження температури, то у випарнику утворюється достатня кількість пари. Вона надходить у компресор головним чином через лінію низького тиску, а лінія інжекції майже не використовується. При цьому тепловий насос працює з максимальною ефективністю. Зі зниженням температури зовнішнього повітря кількість пари у цій лінії зменшується, і система керування збільшує витрату холодоагенту в ланцюгу інжекції, підтримуючи необхідну витрату газу через компресор. Однак, варто відмітити, що ланцюг інжекції не переносить теплоту від зовнішнього повітря, а енергетичний ефект в конденсаторі від додаткової кількості стиснутого газу повністю забезпечений за рахунок підвищення потужності, що споживається компресором.

Окрім основного призначення ланцюг інжекції виконує й інші завдання. По-перше, знижує температуру стиснутого газу на виході з компресора. Для цього рідкий холодоагент не повністю випаровується в теплообміннику НІС, і дозована кількість рідини надходить в компресор. Рідина випаровується там і охолоджує стиснутий газ, попереджуючи перегрівання компресора. По-друге, це збільшує продуктивність системи під час режиму відтавання зовнішнього теплообмінника. Як відомо, процес відтавання відбувається за рахунок зворотного циклу при припиненні режиму обігріву. Система керування перерозподіляє потік рідкого холодоагенту, зменшуючи його витрату через теплообмінник внутрішнього блока (зменшується ступінь відкриття розширювального вентиля LEV B) і збільшуючи витрату через ланцюг інжекції (LEV C). В результаті цього під час відтавання

внутрішній блок не працює в режимі охолодження. Процес відтавання проходить швидко і непомітно для користувача.

Таким чином, фактично перетворивши спіральний одноступеневий компресор у двоступеневий, гарантується робота теплового насоса при температурі до -15°C . Зміну продуктивності теплового насоса при подальшому зниженні температури зовнішнього повітря можна визначити за допомогою коефіцієнту корекції (рис.2).

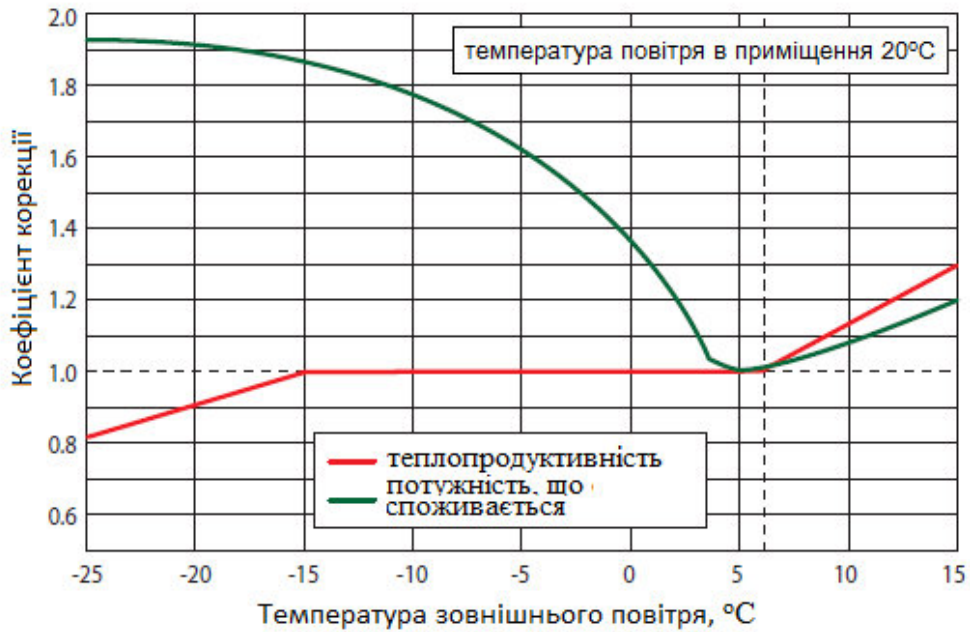


Рис. 2. Графік для визначення коефіцієнтів корекції для теплових насосів серії ZUBADAN

Порівняємо, як зміниться економічна ефективність застосування теплових насосів серії ZUBADAN та традиційних систем опалення в індивідуальному житловому будинку площею 70 м^2 при зміні температури зовнішнього повітря (табл.1). Будинок розташований у м. Рівне. Розрахункова температура для системи опалення становить -21°C .

Таблиця

Розрахунок економічної ефективності, грн/добу

Джерело тепла	Тариф на енергоносії	Укрупнений тепловий потік на опалення		
		при $t = -25^{\circ}\text{C}$ $Q = 12110\text{ Вт}$	при $t = -21^{\circ}\text{C}$ $Q = 11720\text{ Вт}$	при $t = -15^{\circ}\text{C}$ $Q = 11130\text{ Вт}$
Електричний котел Dakon DALINE PTE 14, ККД=99%	21,54 коп. за кВт•год *	63,23	61,20	58,12
Настінний газовий двоконтурний котел Vaillant atmo TEC pro VUW, ККД=93%***	109,80 коп. за 1 м^3 **	36,35	35,18	33,41
Тепловий насос Mitsubishi PUHZ-HRP125YHA, тип «повітря-вода»	21,54 коп. за кВт•год	41,46 COP=1,51****	36,72 COP=1,65	29,66 COP=1,94

* Тариф на електроенергію населенню, яке проживає в житлових будинках (у тому числі в житлових будинках готельного типу та гуртожитках), обладнаних у встановленому

порядку електроопалювальними установками або електроопалювальними установками та кухонними електроплитами (у тому числі в сільській місцевості) в період з 1 жовтня по 30 квітня (включно) за обсяг, спожитий до 3600 кВт·год електроенергії на місяць (включно).

**** Тариф на природний газ, що використовується для потреб населення за умови, що обсяг споживання природного газу не перевищує 6000 м³ на рік за наявності газових лічильників.**

***** При розрахунку витрати природного газу прийнята нижча теплота його згоряння – 34 МДж.**

****** COP – коефіцієнт перетворення теплової енергії.**

Отже, використання теплових насосів з двофазним вприскуванням холодоагенту в компресор ефективно лише при температурі зовнішнього повітря до -15°C. З подальшим зниженням температури коефіцієнт перетворення теплової енергії знижується. При таких температурах зовнішнього повітря економічно ефективніше використовувати системи опалення з використанням газових котлів. Проте використання теплових насосів лишає за собою наступні переваги: вони не спалюють паливо, а тому не утворюють шкідливих оксидів; теплові насоси не є вибухо- та пожежонебезпечними; можуть працювати в режимі охолодження.

Список використаних джерел:

1. www.hvac.ru - бібліотека наукових статей (журнал "АВОК"). **2.** Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы: Пер. з англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с. **3.** Васильев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли. Монография. – М: "Граница" – 2006. – 220 с. **4.** Каталог товарів компанії Mitsubishi Electric <http://www.mitsubishi-aircon.ru/>.